



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC

Dinâmica de carbono e nitrogênio em diferentes manejos de milho em Sergipe

Área do conhecimento: Ciências Biológicas
Subárea do conhecimento: Ecologia
Especialidade do conhecimento: Ecologia em Ecossistemas

Relatório Final
Período da bolsa: de agosto de 2017 a julho de 2018

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/COPES

Orientador: Alexandre de Siqueira Pinto
Autor: Antônio Vitor Santos Batista



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVOS GERAIS	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. METODOLOGIA.....	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
5. CONCLUSÕES	18
6. PERSPECTIVAS	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
8. OUTRAS ATIVIDADES	21



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

1. Introdução

A Caatinga é um ecossistema muito importante e possui distribuição restrita no Brasil além de fauna e flora únicas (França-Rocha *et al.*, 2007). Segundo o autor, o bioma Caatinga está entre os menos estudados dentre os biomas brasileiros, apesar de estar entre os mais ameaçados devido ao uso inadequado e insustentável de seus solos e recursos naturais.

Porém mesmo com toda sua importância o bioma é um dos menos estudados e mais vulneráveis ao processo de degradação, principalmente pela intensa pastejo e agricultura praticados na região, estudos apontam que a Caatinga é um dos biomas brasileiros mais vulneráveis aos impactos ambientais (MMA, 2011), de forma que é imprescindível o emprego de estudos voltados para esse bioma.

De acordo com Santos *et al.* (2011) a Caatinga possui os números mais baixos de pesquisas e publicações, principalmente em revistas internacionais. Segundo o autor, o conhecimento disponível e os poucos grupos de pesquisas envolvidos com tais trabalhos evidenciam que as florestas secas recebem pouca atenção de pesquisadores, isto é, baixa prioridade e chega a apontar tal feito como negligência da comunidade científica para com esses ecossistemas. Ocorre que essa carência de trabalhos e pesquisas voltadas para o bioma compromete as possibilidades de se alcançar o desenvolvimento sustentável.

O uso irregular desse bioma tem acelerado o processo de degradação, além do fato que a promoção de alternativas que viabilizem a sustentabilidade produtiva da região e preservação da biodiversidade são um grande desafio (Giorgio *et al.*, 2011). Ou seja, mudanças no uso da terra, principalmente quando florestas nativas são transformadas em áreas agrícolas, causam mudança nos estoques de carbono e de nitrogênio no solo (Santana *et al.*, 2015).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Segundo Althoff et al. (2015) a realização de experimentação em campo sobre a dinâmica de sistemas florestais demanda períodos longos e enorme esforço amostral e analítico. Diante disso, os modelos matemáticos a exemplo do century são ferramentas importantes para simular os efeitos de práticas de uso da terra sobre a produção vegetal e dinâmica da matéria orgânica (MO) e dos nutrientes do solo em cenários atuais e futuros.

Uma das principais culturas praticadas na região semiárida é o cultivo do milho, principalmente pelo grande potencial econômico, além de ser uma das principais fontes de alimento animal e até mesmo humana, pois possui alto valor nutritivo (Fancelli et al., 2000). Sua produção teve um aumento considerável no último ano, devido às condições climáticas favoráveis, porém estudos no que se refere ao uso da terra, manejo e impactos gerados por essa cultura tão difundida são escassos, sendo necessário a produção científica sobre o assunto.

Portanto o presente estudo, através de uma revisão por pares da literatura avaliou com auxílio do modelo century os estoques de Carbono (C) sob influência da vegetação nativa reforçando o importante papel que a mesma desempenha no sequestro de C, como também estimou o cenários de uso da terra visando mitigar as emissões de carbono em uma área de cultivo de milho.

2. Objetivos

2.1. Objetivos Gerais

- Criar cenários de uso da terra, através de modelagem, para avaliar as alterações nos estoques de carbono e nitrogênio do solo na vegetação nativa e em função do cultivo de milho do estado de Sergipe.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

2.2. Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico para obtenção de informações sobre os estoques carbono e nitrogênio em áreas nativas de Caatinga, além de área de cultivo de milho;
- Calibrar o modelo Century para simular o cultivo de milho;
- Simular cenários de uso da terra para mitigar as emissões de carbono e nitrogênio em áreas de milho.

3. Metodologia

Os dados resultantes do levantamento bibliográfico e coletados no campo foram organizados em planilha eletrônica para duas finalidades: i) obter informações necessárias para a calibração do modelo; ii) comparação entre os valores observados em campo e os valores simulados pelo modelo. Para a calibração foram realizadas alterações em parâmetros de arquivos disponibilizados pelos desenvolvedores do modelo CENTURY, os quais caracterizam uma savana temperada (TSAVAN), e os dados secundários obtidos através de levantamento bibliográfico serviram para ajustar o modelo para melhor representar o sistema em estudo. Além desta finalidade, os dados secundários foram utilizados também para comparação entre os estoques de carbono do solo reais com os simulados pelo modelo Century.

Foram compilados dados de estoque de carbono de 5 sítios através de revisão por pares, nas profundidades de 0-20 cm, distribuídos amplamente em uma região de Caatinga nativa, nestes sítios, o teor de argila variava entre 9-54% (Neossoloslitólicos, Cambissolos, Argissolos e Latossolos). A média de estoque de C foi de 32 Mg C ha⁻¹, também foram coletados e analisados dados não publicados do município de Canindé de São Francisco, estoque de carbono, além das variáveis ambientais, areia, argila e silte.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

As informações sobre temperaturas máximas e mínimas, precipitação mensal dos sítios foram obtidos através de banco de dados climáticos climatempo disponível na internet.

No sentido de reduzir as diferenças entre os valores referência (obtidos através de levantamento bibliográfico) e os valores simulados pelo modelo, o que é feito na fase de calibração, foi realizada uma alteração no parâmetro responsável pela produção vegetal (PRDX), também foi simulado o cultivo do milho, além do potencial de mitigação do mesmo sob dois tipos de preparo plantio direto e convencional para avaliar seus efeitos nos balanços de carbono no sistema.

Para avaliação da performance do modelo, foram utilizados os seguintes testes: 1) regressão linear, para avaliar a correspondência entre os valores observados e simulados; 2) erro médio do modelo (M), o qual gera um valor de erro em Mg C ha⁻¹, e também em porcentagem; 3) Coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (COE). Este coeficiente varia entre 0 e 1, sendo que valores abaixo de 0,35 informa que a performance do modelo é “inaceitável”. Entre 0,36 e 0,75 a performance pode ser considerada “aceitável”, e acima de 0,75, a performance pode ser considerada adequada.

Quanto ao uso da terra e avaliação dos tipos de manejo no solo, foram analisadas alternativas de mitigação das emissões de carbono, não foi realizada a calibração, foi realizada apenas uma descrição a partir do estudo de Wendling *et al*, (2014).

4. Resultados e Discussão

Em um primeiro momento foi realizado a análise do desempenho utilizando as configurações originais do modelo sem alterações nos parâmetros fixos (CROP.100) e (TREE.100), foi realizada a descrição dos sítios através do arquivo



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

(SCH.100), além caracterização ambiental das áreas (Tabela 1), através do (SITE.100).

Esta etapa é fundamental na modelagem, pois é neste arquivo que irão conter os percentuais de areia, argila, silte, precipitação, temperaturas máxima e mínima (Tabela 2) informações necessárias na representação do sistema estudado. Foram relacionados os estoques de C sob vegetação nativa, modelados e observados (Figura 1).

Os valores observados foram compilados de 5 sítios encontrados na literatura. Esses possuem ampla distribuição geográfica (Figura 1) na região semiárida, Floresta-SE, Santa Terezinha-PB, Serra Negra do Norte-RN, Irauçuba-CE e Irecê- BA.

Tabela 1. Caracterização do solo e estoques de C e N em vegetação nativa de Caatinga. Profundidade 0-20 (cm).

Local	Vegetação nativa				
	Irecê (BA)	Floresta (PE)	Santa Terezinha (PB)	Serra Negra do Norte (RN)	Irauçuba (CE)
Densidade (g cm ⁻³)	1,02	1,33	1,37	1,41	1,28
Argila %	54,60	24,48	22,90	19,20	9,30
Areia %	34,70	53,00	64,80	67,30	71,40
Silte %	10,70	22,52	12,30	13,50	19,30
Stock C (Mg ha ⁻¹)	69,28	44,12	31,84	30,03	14,62
Stock N (Mg ha ⁻¹)	7,08	-	2,90	-	1,28
Referência	Eracetto et al., 2012	Nepomuceno et al., 2017	Althoff et al., 2018	Althoff et al., 2018	Almeida et al. 2017

(-) Dados não informados



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Tabela 2 Média dos valores mensais de precipitação, temperatura máxima e mínima dos 5 sítios analisados, obtidos do banco de dados Climate-data.

Mês	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	21,12	31,94	74,60
Fevereiro	21,12	31,50	104,60
Março	20,96	30,56	169,60
Abril	20,52	29,92	141,00
Maio	19,92	28,96	53,40
Junho	19,12	28,20	21,60
Julho	18,78	28,32	12,00
Agosto	19,12	29,36	2,60
Setembro	20,00	30,76	2,80
Outubro	20,72	31,82	9,40
Novembro	20,94	32,06	30,00
Dezembro	20,62	31,84	45,40



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Figura 1. Localização dos sítios utilizados para calibração do modelo Century.



Quando analisado o desempenho do modelo original TSAVAN na simulação dos estoques de carbono nos 5 sítios compilados da literatura, o modelo subestimou os estoques de C. Como se trata de um modelo matemático e a distribuição dos pontos é bastante ampla, admite-se um erro de -20% a 20%. Porém quando simulado sem os devidos ajustes o modelo apresentou um erro médio de - 31% houve uma alta relação quanto aos estoques de C (Figura 2) observados e simulados ($R=0,72$), porém a mesma não foi significativa ($P=0,07$), e o coeficiente de desempenho foi inaceitável.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Mesmo os biomas caatinga e savana possuindo características comuns a exemplo da presença do estrato arbóreo e herbáceo, o modelo não conseguiu representar os estoques de C na região com precisão. Fato que também pode ser explicado pela diversidade solos na região da caatinga, onde a maioria possui composições e formações geológicas diferentes do que ocorre na savana (Santana et al., 2015). Estas características estão diretamente relacionadas ao acúmulo de C no solo, o qual é o principal reservatório deste elemento do sistema (Santiago et al., 2013).

Logo reforçar-se a importância do processo de calibração e dos ajustes nos parâmetros fixos do modelo. CROP.100 que está relacionado a descrição das herbáceas e TREE.100 responsável pela caracterização do estrato arbóreo são de extrema importância para uma melhor representatividade do bioma estudado.

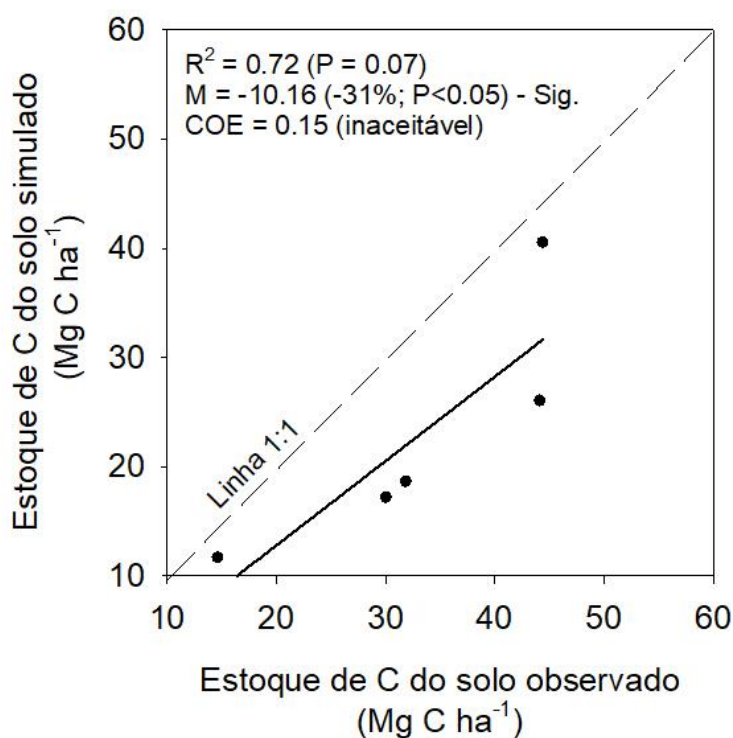
O desempenho também foi analisado a partir da calibração local realizada para o município de Santa Terezinha-PB por Althoff et al (2015). O modelo não obteve desempenho satisfatório houve uma alta relação entre os estoques (Figura 3) observados e simulados ($R^2=0.63$), sendo a mesma não significativa ($P=0.11$).

Entretanto, o erro médio do modelo foi baixo (-2%). Porém, o coeficiente de eficiência do modelo foi inaceitável ($COE=0.26$), mostrando que a calibração realizada por Althoff et al. (2015) não conseguiu representar com precisão os estoques de carbono no bioma como um todo.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Figura 2. Simulação dos estoques de carbono do solo utilizando parâmetros padrão do modelo Century para as características das arbóreas e herbáceas (arquivos TREE.100 e CROP.100) conforme ajuste para savanas temperadas (TSAVAN).

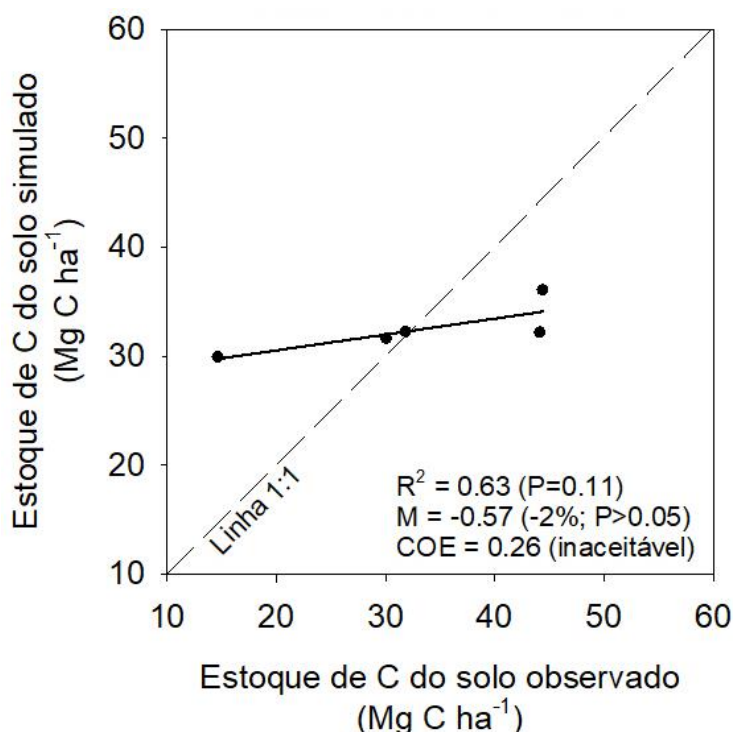


No processo de calibração do presente estudo a abrangência do modelo foi maior, logo, as médias encontradas foram mais representativas. O teor de argila variava entre 9-54% (Neossoloslitólicos, Cambissolos, Argissolos e Latossolos), valor considerável quando comparado com o valor encontrado por Althoff et al (2015) na calibração realizada somente no município de Santa Terezinha-PB.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Figura 3. Simulação dos estoques de carbono do solo utilizando parâmetros do modelo Century para as características das arbóreas e herbáceas (arquivos TREE.100 e CROP.100) conforme ajuste para Caatinga realizado por Althoff (2015).



A média de estoque de C encontrado entre os sítios analisados foi de 32 Mg C ha⁻¹, estando de acordo com a média encontrada em outros estudos onde os estoques de C sob vegetação nativa nas camadas de 0-20 cm foi de algo em torno de 12 g C kg solo⁻¹ a 36 Mg C ha⁻¹ (TIESSEN et al., 1992, 1998).

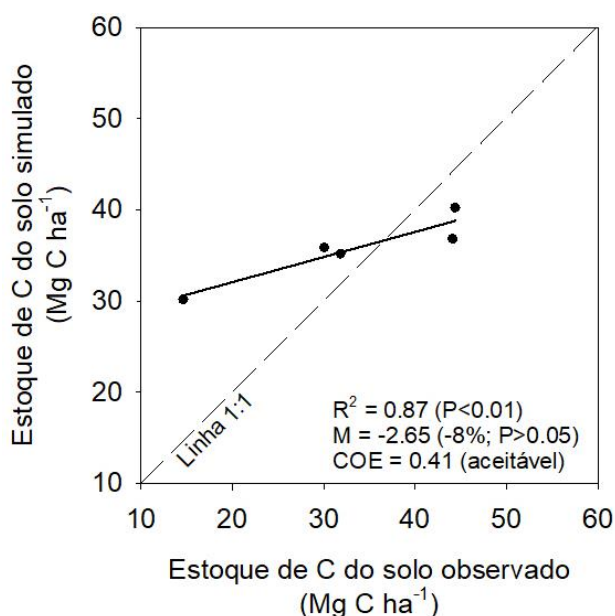
No sentido de reduzir as diferenças entre valores de estoque de C simulados e observados (Figura 4) foram realizados ajustes em uma das variáveis do modelo, no PRDX responsável pela produção vegetal do sistema, pois o tipo de vegetação e as condições ambientais são os fatores determinantes da quantidade e da qualidade do material depositado no solo (Moreira e Siqueira., 2002).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

O modelo apresentou um erro geral médio de -8%, um (COE=0,41) sendo este valor pela primeira vez aceitável dentre as análises realizadas. Houve uma alta relação entre os valores simulados e observados ($R^2=0,87$), valor superior ao encontrado por Althoff et al., (2018) onde o ($R^2=0,75$), a relação entre os estoques simulados e observados foi significativa ($P=0,01$).

Figura 4. Simulação dos estoques de carbono do solo após ajustes nos parâmetros do modelo Century para as características das arbóreas e herbáceas (arquivos TREE.100 e CROP.100) realizados no âmbito deste estudo.



Ao analisar o erro do modelo para cada um dos sítios (Figura 5), o modelo conseguiu representar 4 dos 5 alisados, os erros para cada um dos pontos foi aceitável. Tendo em vista que se trata de um modelo matemático representando a média dos estoques de carbono em sítios amplamente distribuídos, apenas o município de Irauçuba-CE não seguiu a tendência, o modelo superestimou os estoques de carbono.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Porém o sítio é o que apresenta maior média pluviométrica 781 m. Segundo (Maestre e Cortina, (2002), isso pode ter ocorrido possivelmente por conta do maior índice registrado, como a chuva é uma das variáveis ambientais mais sensíveis ao modelo, o mesmo entende haver maior produção de biomassa e conseqüentemente um maior estoque de carbono no solo.

Deve se levar em consideração também as particularidades de cada ponto como os tipos de solo, somente neste estudo foram identificados 4 tipos (Neossoloslitólicos, Cambissolos, Argissolos e Latossolos). Além dos teores de argila que variaram bastante entre 9-54%, como também das outras variáveis ambientais, as temperaturas máximas e mínimas que também está relacionado ao acúmulo de C no sistema.

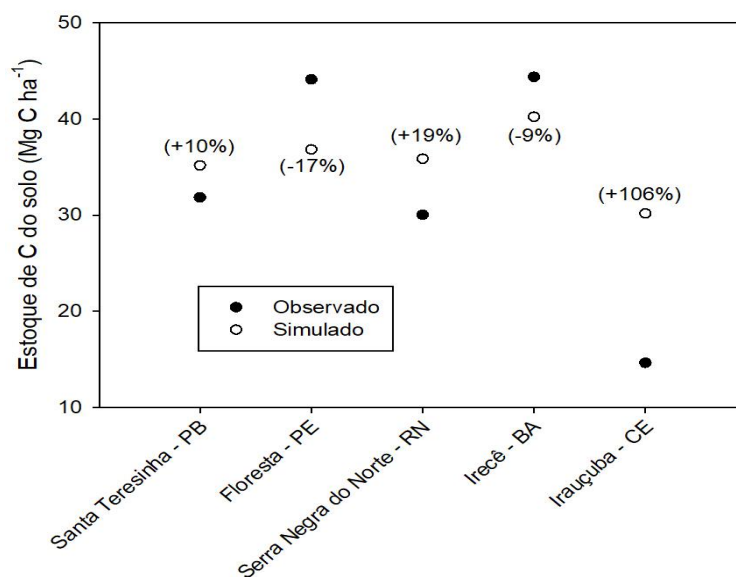
Após a calibração do modelo Century para simular os estoques de C do solo sob vegetação nativa de Caatinga, foi feita a simulação para uma região de sertão de Sergipe (Canindé de São Francisco). Estes dados fazem parte da dissertação de mestrado de R.F. Gouveia (dados não publicados).

O valor observado no campo era de 31,5 Mg.ha⁻¹ e após o ajuste do modelo para as condições ambientais da região (alteração da textura e densidade do solo, além dos parâmetros relacionados à precipitação e temperatura mensal), o valor simulado pelo modelo foi de 33,8 Mg.ha⁻¹ (erro de 7%).



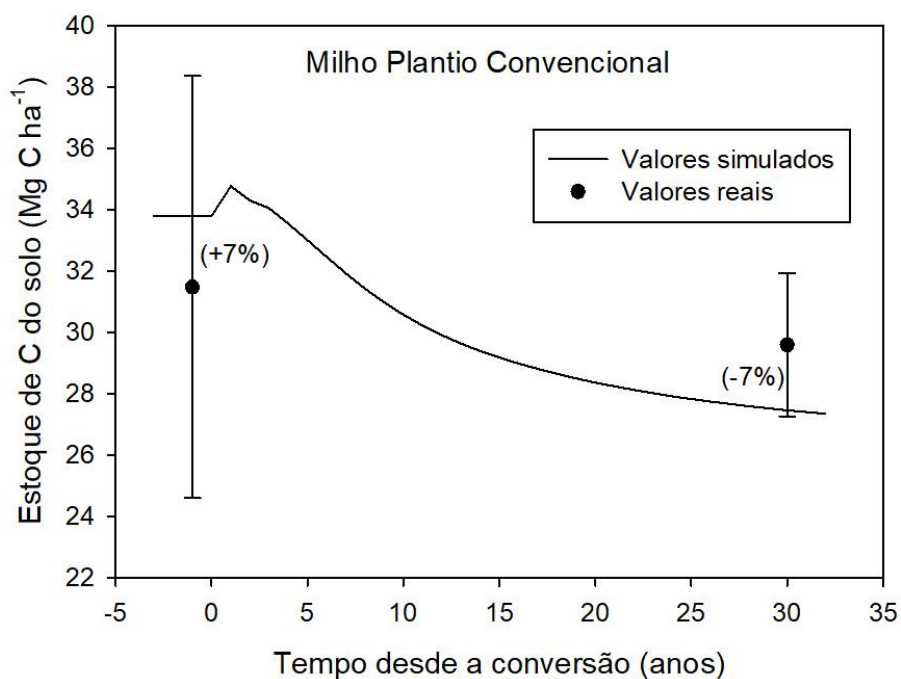
**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Figura 5 Diferença entre valores simulados e observados para estoque de C da vegetação nativa com o modelo *Century* no bioma Caatinga (erros por sítio).



Após 30 anos da conversão da vegetação nativa para milho nessa localidade (Figura 6), o estoque de C do solo medido no campo era de 29,6 Mg.ha⁻¹. Neste caso, houve uma subestimação dos estoques de C do solo pelo modelo, atingindo o valor de 27,5 Mg.ha⁻¹.

Figura 6. Simulação com o modelo *Century* para vegetação nativa (primeiro ponto) e uso da terra para milho na Caatinga (segundo ponto) em Canindé de São Francisco (SE).



Logo, visando propor alternativas de mitigação das emissões de carbono através do uso da terra foi analisado o potencial de diferentes formas de manejo da cultura do milho no armazenamento deste nutriente (Figura 7), sob plantio direto e plantio convencional. Quando comparado os estoques de carbono no solo sob influência dos dois tipos de preparo, após 30 anos de substituição da vegetação nativa pela cultura obteve-se no plantio direto um valor de 30,1 Mg.ha⁻¹.

Possivelmente, por conta do maior aporte de matéria orgânica no solo, aliado ao não revolvimento, fato que garante um maior acúmulo de carbono



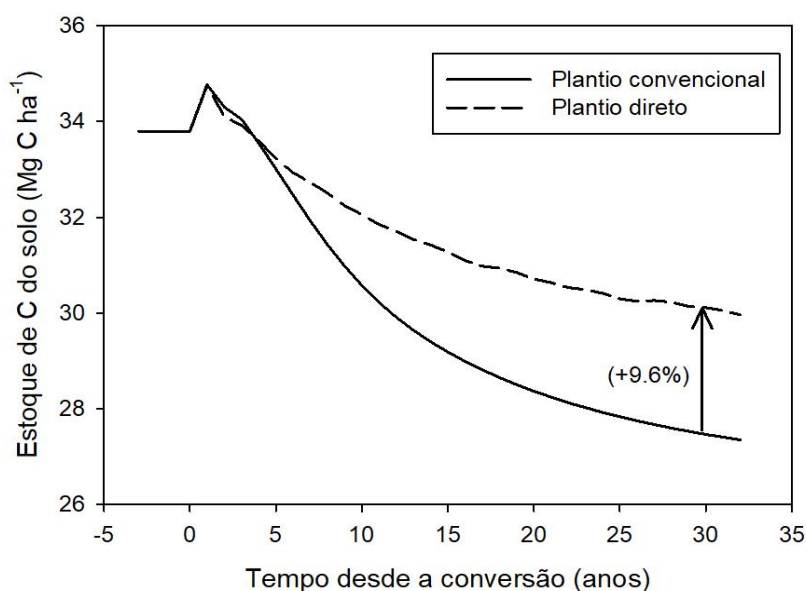
**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

no sistema e favorece o maior potencial de mitigação quando comparado ao outro tipo de preparo (Martins, 2017).

O estoque de carbono sob o plantio convencional foi relativamente menor quando comparado ao plantio direto, pois foi encontrado um estoque de $27,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, que pode ser explicado pela oxidação e respiração do carbono provocada pela quebra dos agregados e ação microbiana potencializada pelo revolvimento anual do solo.

Entretanto, uma mobilização do solo a cada quatro ou cinco anos poderia ser utilizada sem maiores prejuízos à qualidade estrutural do solo, uma vez que seus efeitos seriam menores do que os ocasionados em um revolvimento contínuo como é utilizado normalmente neste sistema (Marcolan e Anghinoni.; 2006).

Figura 7. Potencial de mitigação de Carbono ao longo de 30 anos sob influência do plantio convencional e do plantio direto.





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

5. Conclusões

O modelo Century a partir da calibração realizada, se mostrou uma importante ferramenta para o entendimento da dinâmica de carbono no sistema conseguindo representar bem os estoques de carbono para diferentes sítios na caatinga.

A partir da calibração foi possível avaliar também a importância da vegetação nativa como principal responsável pela mitigação e acúmulo de C no sistema.

O uso da terra pela cultura do milho se mostrou eficiente quanto ao papel de mitigação de C ao longo dos anos, o manejo do solo sob plantio direto foi mais eficiente em relação ao plantio convencional, porém são necessários maiores estudos quanto ao impacto que o mesmo desempenha no estoques de C do solo.

Portanto é necessários um maior tempo de estudo, para melhor entendimento das variáveis do modelo e na busca de dados secundários da literatura.

6. Perspectivas

Esta proposta está em acordo com os esforços recentes para aumentar as pesquisas e geração de conhecimento sobre a região da caatinga e o cultivo do milho, mesmo este sendo um dos cultivos mais difundidas no nordeste e em especial em regiões semiáridas. Porém estudos voltados para a dinâmica de carbono e nitrogênio neste agroecossistema na região da Caatinga são escassos. Espera-se, com o auxílio de modelagem, a melhor compreensão dos efeitos de diferentes tipos de manejo na dinâmica de carbono e nitrogênio do solo e



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

biomassa. Porém é necessário maior tempo de estudo para que o modelo possa se tornar na umas das ferramentas para mitigação das emissões de gases de efeito estufa de forma a potencialmente subsidiar políticas públicas para a sustentabilidade ambiental em áreas de cultivo do milho, além do aumento da produtividade do sistema, fazendo com que a região Nordeste do Brasil contribua com as metas de redução das emissões de GEE do Governo Brasileiro.

7. Referências bibliográficas

- ALTHOFF, Tiago Diniz. Adaptação do modelo Century para simulação da produtividade de biomassa e ciclagem do carbono e nitrogênio em áreas de caatinga. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.
- ALTHOFF, T. D.; Menezes, R. S. C.; PINTO, A. de S.; PAREYNC, F. G. C.; CARVALHO, A. L. de; MARTINSA, J. C. R.; DE CARVALHO, E. X.; DA SILVA E, A. S. A.; DUTRA, E. D. e SAMPAIO, E. V. de S. B. Adaptation of the century model to simulate C and N dynamics of Caatinga dry forest before and after deforestation. Agriculture, ecosystems and environment. 2018.
- BORTOLON, Elisandra Solange Oliveira et al. Validation of the Century model to estimate the impact of agriculture on soil organic carbon in Southern Brazil. Geoderma, v. 167, p. 156-166, 2011.
- DE ARAUJO FILHO, Renisson Neponuceno et al. Recovery of carbon stocks in deforested caatinga dry forest soils requires at least 60 years. Forest Ecology and Management, v. 407, p. 210-220, 2018.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- FRANCA-ROCHA, W.; SILVA, A. de B.; NOLASCO, M. C.; LOBÃO, J.; BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; ROCHA, C.C. da. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... São Paulo: INPE, 2007.
- FRACETTO, Felipe José Cury et al. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na Caatinga. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 5, p. 1545-1552, 2012.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- GIONGO, V.; GALVÃO, S.R.S.; MENDES, A.M.S.; GAVA, C.A.T.; CUNHA, T.J.F. SoilOrganicCarbon in theBrazilianSemi-aridTropics. Dynam. Soil, Dynam. Plant 5, p. 12–20, 2011.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2011. Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/diagnostico_do_desmatamento_na_caatinga_203_2_203_1.pdf> Acesso em: 11 de julho de 2018.
- METHERELL, A. K.; HARDING, L. A.; COLE, C. V.; PARTON, W. J. CenturySoilOrganicMatterModelEnvironmentTechnicalDocumentation, AgroecosystemVersion 4.0. GreatPlains System Research Unit TechnicalReport, USDA-ARS, Fort Collins, Colorado StateUniversity, n. 4, 1993.
- MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2007.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

MARTINS, CAROLINNA MARIA SILVA. ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO AGRÍCOLA NO BRASIL: UMA META-ANÁLISE. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

MARCOLAN, Alaerto Luiz; ANGHINONI, Ibanor. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. Revista brasileira de ciência do solo. Viçosa. Vol. 30, n. 1 (jan./fev. 2006), p. 163-170, 2006.

SANTANA, Mônica da Silva. Estoques de carbono e nitrogênio em solos do sertão pernambucano sob diferentes usos. 2015.

SANTOS, J.C., LEAL, I.R., ALMEIDA-CORTEZ, J.S., FERNANDES, G.W., TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. Tropical Conservation Science. v.4 (3), p.276–286, 2011.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semi-arid northeastern Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment, p. 139-151, 1992.

8. Outras atividades

Durante o período, foram realizadas atividades, como participação na IV Semana Acadêmica, no 27º encontro de iniciação científica, tendo participado dos cursos de plágio acadêmico e gerenciamento de referências bibliográficas no minicurso noções básicas de tecnologias verdes e no Seminário de Macroecologia e Evolução. Foi realizada a submissão e posterior aceite de resumo simples para o Simpósio do Bioma Caatinga- SIBIC.